

99/18093

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

B 7

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ :

G10L 5/00, H04L 1/00

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/63520

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum:

9. Dezember 1999 (09.12.99)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/03765

(22) Internationales Anmeldedatum: 31. Mai 1999 (31.05.99)

(30) Prioritätsdaten:
98109868.4 29. Mai 1998 (29.05.98) EP(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS
AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2,
D-80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): XU, Wen [CN/DE]; Bischof-
shofener Strasse 11, D-82008 Unterhaching (DE), HEINEN,
Stefan [DE/DE]; An der Gerstenmühle 41, D-52849 Düren
(DE).(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München
(DE).(81) Bestimmungsstaaten: CN, US, europäisches Patent (AT, BE,
CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE).

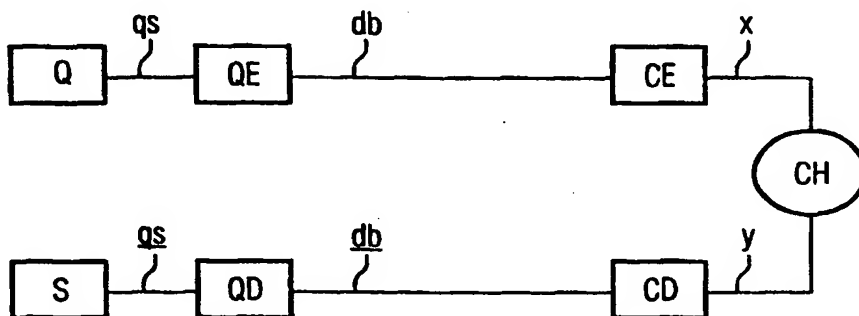
Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen
eintreffen.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR MASKING ERRORS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR FEHLERVERDECKUNG



(57) Abstract

In order to mask errors, the invention provides that binary representations of parameter values are precoded on the transmission side by a linear block code before transmission over a faulty channel. In addition, the redundant information which is added in such a way is not used on the reception side for detecting errors within the binary parameter representations, rather it is exploited in the course of a parameter estimation for improving the quality of the estimated parameter values.

(57) Zusammenfassung

Zur Fehlerverdeckung werden binäre Darstellungen von Parameterwerten vor der Übertragung über einen gestörten Kanal sendeseitig durch einen linearen Blockcode vorcodiert, und die derart hinzugefügte redundante Information empfangsseitig nicht zur Fehlererkennung innerhalb der binären Parameterdarstellungen verwendet, sondern im Zuge einer Parameterschätzung zur Qualitätssteigerung der geschätzten Parameterwerte ausgenutzt.

Best Available Copy

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauritanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LJ	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Beschreibung

Verfahren und Anordnung zur Fehlerverdeckung

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf Verfahren und Anordnungen zur Fehlerverdeckung bei Übertragung bzw. Speicherung digitaler Daten, insbesondere bei Anwendung einer Quellencodierung (z.B. Sprachcodierung nach dem CELP-Prinzip). Im Rahmen der Erfindung versteht man unter Übertragung (Senden und/oder
10 Empfangen) auch die Übertragung von Daten auf/von ein/einem Speichermedium, also auch das Speichern von Daten.

- Quellensignale bzw. Quelleninformationen wie Sprach-, Ton-, Bild- und Videosignale beinhalten fast immer statistische
15 Redundanz, also redundante Informationen. Durch eine Quellencodierung kann diese Redundanz stark verringert werden, so daß eine effiziente Übertragung bzw. Speicherung des Quellensignals ermöglicht wird. Diese Redundanzreduktion beseitigt vor der Übertragung redundante Signalinhalte, die auf der
20 Vorkenntnis von z.B. Statistiken des Signalverlaufs beruhen. Die Bitrate der quellencodierten Informationen wird auch Codierate oder Quellbitrate genannt. Nach der Übertragung werden bei der Quellendecodierung diese Anteile dem Signal wieder zugesetzt, so daß objektiv und/oder subjektiv kein Qualitätsverlust nachweisbar ist.
25

- Auf der anderen Seite ist es üblich, bei der Signalübertragung, gezielt Redundanz durch Kanalcodierung wieder hinzuzufügen, um die Beeinflussung der Übertragung durch Kanalstörungen weitgehend zu beseitigen. Durch zusätzliche redundante Bits wird es dem Empfänger bzw. Decoder ermöglicht, Fehler zu erkennen und eventuell auch zu korrigieren. Die Bitrate der kanalcodierten Informationen wird auch Bruttobitrate genannt.
30

35

Um Informationen, insbesondere Sprachdaten, Bilddaten oder andere Nutzdaten mittels der begrenzten Übertragungskapazitätä-

ten eines Übertragungsmediums, insbesondere einer Funk-
schnittstelle möglichst effizient übertragen zu können, wer-
den diese zu übertragenden Informationen also vor der Über-
tragung durch eine Quellencodierung komprimiert und durch ei-
5 ne Kanalcodierung gegen Kanalfehler geschützt. Dazu sind je-
weils unterschiedliche Verfahren bekannt. So kann beispiels-
weise im GSM (Global System for Mobile Communication) System
Sprache mittels eines Full Rate Sprachcodecs eines Half Rate
Sprachcodecs oder eines Enhanced Full Rate Sprachcodecs co-
10 diert werden.

Als Sprachcodec wird im Rahmen dieser Anmeldung auch ein Ver-
fahren zur Encodierung und/oder zur entsprechenden Decodie-
rung bezeichnet, das auch eine Quellen und/oder Kanalcodie-
15 rung umfassen kann.

Restbitfehler, die von der Kanaldecodierung nicht korrigiert
werden können, führen mitunter zu einer erheblichen Beein-
trächtigung der Sprachwiedergabe. Ein zusätzliches Verfahren
20 zur Fehlerverdeckung ist in der Lage, die subjektiv empfunde-
ne Wiedergabequalität deutlich zu verbessern.

Im GSM-System wird beispielsweise im Falle einer Rahmenaus-
löschung der zuletzt korrekt empfangene Sprachrahmen anstelle
25 des momentanen wiederholt. Nach fünf aufeinanderfolgenden ge-
störten Rahmen wird stufenweise stummgeschaltet. Dieses Ver-
fahren wird durch einen binäre Rahmenzuverlässigkeitsinforma-
tion, den *Bad Frame Indicator* (BFI) gesteuert.

30 Durch eine konsequente Erweiterung der vom Kanaldecoder an
den Sprachdecoder weitergegebenen Zuverlässigkeitsinformation
kann zur Fehlerverdeckung die Softbit-Sprachdecodierung ein-
gesetzt werden. Hierbei sind Verfahren bekannt (Tim
Fingscheidt, Peter Vary, „Error Concealment by Softbit Speech
35 Decoding“, ITG Fachbericht Nr.139 „Sprachkommunikation“, S.
7-10, Frankfurt a.M., 1996), bei welchen Methoden der Ent-

scheidungs- und Schätztheorie zum Einsatz kommen und im folgenden kurz erläutert werden.

Für die Mehrzahl der beispielsweise durch einen CELP-Sprachcodec bestimmten Sprachparameter erweist sich das Signal- zu Rauschleistungsverhältnis (SNR) zwischen gesendetem und empfangenen Parameterwert als aussagekräftiges Gütekriterium. So sind subjektiv empfundene Sprachqualität und Parameter-SNR in der Regel gut korreliert.

Aus diesem Grund ist ein Parameterdecoder (z.B. ein auf CELP basierender Sprachcoder) sinnvoll, der dieses SNR zwischen einem gesendeten Parameter (der aber nicht auf Sprachparameter eingeschränkt ist) X und dem entsprechend decodierten Parameter \hat{X} im Mittel maximiert bzw. ihre quadratische Differenz minimiert, d.h.

$$\hat{X} = \arg \min_{\tilde{X}} E\{ (X - \tilde{X})^2 \} \quad (1.1)$$

Zur Übertragung des wertekontinuierlichen Parameters X muß zunächst eine Codierung durch die Bitsequenz $\{x_1, \dots, x_w\}$ vorgenommen werden. Dies erfolgt in der Regel durch Quantisierung. Dazu wird der gesamte Wertebereich des Parameters X in 2^w Intervalle (bzw. Zellen bei Vektorquantisierung) S_i zerlegt. Jeder dieser Zellen ist jeweils eine eindeutige Sendebitsequenz $x_i = \{x_1(i), \dots, x_w(i)\}$ zugeordnet.

Als Übertragungskanal wird nun ein Kanal mit binärem Eingang x und wertekontinuierlichem Ausgang z angenommen. Dabei sind die am Ausgang beobachteten Werte z von den Eingangswerten x und einem zunächst nicht näher spezifizierten Zufallsprozeß abhängig. Es wird lediglich statistische Unabhängigkeit für Störungen vorausgesetzt, die auf aufeinanderfolgende Bitsequenzen bzw. Parameter wirken. Dieser Kanal läßt sich durch die Likelihood-Funktion $p_{z|x}(z_1, \dots, z_w | x_1, \dots, x_w)$ vollständig beschreiben.

Der Erwartungswert in (1.1) ist somit durch zwei Zufallsprozesse bestimmt: Durch den parametererzeugenden Prozeß X und die beobachteten Empfangswerte z , also

$$5 \quad E_{X, \{z_1, \dots, z_W\}} \{[X - \tilde{X}(z_1, \dots, z_W)]^2\} \\ = \int \int_{z_1, \dots, z_W} [X - \tilde{X}(z_1, \dots, z_W)]^2 p_{x, z_1, \dots, z_W}(X, z_1, \dots, z_W) dX dz_1 \dots dz_W. \quad (1.2)$$

Da der Integrand immer positiv ist, kann der Erwartungswert minimiert werden, indem das innere Integral hinsichtlich \tilde{X} für jede mögliche Empfangsfolge $\{z_1, \dots, z_W\}$ minimiert wird. Man erhält die Formel des Mean Square (MS)-Schätzers

$$\tilde{X}_{opt} = \int_X X \cdot p_{x|z_1, \dots, z_W}(X | z_1, \dots, z_W) dX \quad (1.3)$$

15 Berücksichtigt man die sendeseitige Quantisierung, ergibt sich weiter

$$\tilde{X}_{opt} = \sum_i \int_{X \in S_i} X \cdot \frac{p_{z_1, \dots, z_W | x}(z_1, \dots, z_W | x_i) \cdot p_x(X)}{p_{z_1, \dots, z_W}(z_1, \dots, z_W)} dX. \quad (1.4)$$

20 Da für alle $X \in S_i$ die gleiche Bitsequenz x_i gesendet wird, ist die bedingte Wahrscheinlichkeit im Zähler eine Konstante bzgl. der Integration und es folgt

$$25 \quad \begin{aligned} \tilde{X}_{opt} &= \sum_i \frac{p_{z_1, \dots, z_W | x}(z_1, \dots, z_W | x_i)}{p_{z_1, \dots, z_W}(z_1, \dots, z_W)} \int_{X \in S_i} X \cdot p_x(X) dX \\ &= \sum_i \frac{p_{z_1, \dots, z_W | x}(z_1, \dots, z_W | x_i)}{p_{z_1, \dots, z_W}(z_1, \dots, z_W)} \cdot E(X | x_i) \cdot \Pr(x_i) \\ &= \sum_j E(X | x_j) \cdot \Pr(x_j | z_1, \dots, z_W) \end{aligned} \quad (1.5)$$

Ist der parametererzeugende Prozeß X nicht gedächtnislos, so bestehen zusätzlich statistische Bindungen zwischen aufeinanderfolgenden Parameterwerten bzw. Bitsequenzen x .

Eine analoge Ableitung ergibt dann unter Berücksichtigung des Zeitindex n

$$\tilde{X}_{\text{opt}}(n) = \sum_j E(X | x_j) \cdot \Pr(x_j | z_1(n), \dots, z_W(n), \dots, z_1(0), \dots, z_W(0)) \quad (1.6)$$

- 5 Im folgenden wird gezeigt, wie die a posteriori Wahrscheinlichkeiten in (1.5) und (1.6) bestimmt werden können:

Vereinfachend wird dabei angenommen, daß der zwischen einem Quellencoder und einem Quellendecoder befindliche Übertragungskanal, bestehend aus Kanalcoder, Modulator, physikalischem Kanal, Demodulator, Entzerrer und Kanaldecoder, als additiv gestörter, auf Bitebene gedächtnisloser Kanal mit binärem Eingang x und kontinuierlichem Ausgang z aufgefaßt werden kann, wie in Figur 3 gezeigt. Dabei ist der Quellencoder vereinfacht durch einen Parametercodierer PC und der Quellendecoder vereinfacht durch einen Schätzer S dargestellt. Dieser Kanal ist durch die Likelihood-Funktion $p_{z|y}(z_k|x_k)$ bzw. durch die L-Werte $L(z_k|x_k)$ vollständig beschrieben. Zunächst soll die a posteriori Wahrscheinlichkeit für weiße Parameterquellen gem. (1.5) angegeben werden. Dazu wird die Bayes-Formel angewendet

$$\Pr(x_i | z_1, \dots, z_W) = \frac{p_{z_1, \dots, z_W | x}(z_1, \dots, z_W | x_i) \cdot \Pr(x_i)}{\sum_j p_{z_1, \dots, z_W | x}(z_1, \dots, z_W | x_j) \cdot \Pr(x_j)} \quad (1.7)$$

- 25 Hierin sind nun alle Größen bekannt: Die Likelihood-Funktion $p_{z_1, \dots, z_W | x}(z_1, \dots, z_W | x_i)$ ist durch die Kanaleigenschaften gegeben und $\Pr(x_i)$ ist die a priori Wahrscheinlichkeit, daß die Bitsequenz x_i gesendet wird. Diese Wahrscheinlichkeiten werden vorab für alle i anhand repräsentativer Signaldaten (z.B. Sprachprobe bei Sprachcodierung) gemessen.

Da ein auf Bitebene gedächtnisloser Kanal vorausgesetzt wurde, kann die Likelihood-Funktion als Produkt geschrieben werden

$$p_{z_1, \dots, z_W | x}(z_1, \dots, z_W | x_j) = \prod_{k=1}^W p_{z_k | x}(z_k | x_k(i)) \quad (1.8)$$

Wird dem Quellendecoder Zuverlässigkeitsinformation über den Parameter X in Form einer L-Wertesequenz $\{L(z_1 | x_1), \dots, L(z_W | x_W)\}$

- 5 bereitgestellt, so kann (1.8) im logarithmischen Bereich effizient berechnet werden. Es ergibt sich

$$p_{z_1, \dots, z_W | x}(z_1, \dots, z_W | x_i) = C \cdot \exp \left(\sum_{k \in \{k | x_k(i) \neq +1\}} L(z_k | x_k) \right) \quad (1.9)$$

- 10 Dabei ist C eine Konstante, die durch die Normierungsbedingung

$$\sum_j \Pr(x_j | z_1, \dots, z_W) = 1 \quad (1.10)$$

- 15 ermittelt werden kann.

Ist die Parameterquelle X nicht weiß, d.h. besteht eine statistische Abhängigkeit zwischen aufeinanderfolgenden Ausgangswerten, so kann die Quelle durch eine Markov-Kette modelliert werden. Hier soll nur der Fall einer Markov-Kette 1. Ordnung betrachtet werden. In diesem Fall gilt mit $z_n = \{z_1(n), \dots, z_W(n)\}$

$$\begin{aligned} \Pr(x_j(n) | z_n, z_{n-1}, \dots, z_0) &= \frac{p(z_n, \dots, z_0 | x_j(n))}{p(z_n, \dots, z_0)} \\ 25 \quad &= p(z_n | x_j(n)) \cdot \frac{\sum_j p(x_j(n), x_j(n-1), z_{n-1}, \dots, z_0)}{p(z_n, \dots, z_0)} \\ &= \underbrace{\frac{p(z_{n-1}, \dots, z_0)}{p(z_n, \dots, z_0)}}_{\text{const.}} \cdot p(z_n | x_j(n)) \cdot \sum_j \Pr(x_j(n) | x_j(n-1)) \cdot \Pr(x_j(n-1) | z_{n-1}, \dots, z_0) \end{aligned} \quad (1.11)$$

- 30 Auf die Indizes der Verteilungsdichtefunktionen wurde bei der Herleitung aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet. Der Bruch in (1.11) ist eine Konstante bzgl. $x_j(n)$ und kann mit

Hilfe der Normierungsbedingung (1.10) bestimmt werden. Die Übergangswahrscheinlichkeiten $(Pr(x_i(n)|x_j(n-1)))$ der Markov-Kette müssen ebenso wie die a priori Wahrscheinlichkeiten an einer langen Ausgangsfolge der Parameterquelle gemessen werden.

Eine Erweiterung dieser Rekursionsformel auf Markov-Ketten höherer Ordnung ist zwar direkt möglich, die dadurch verursachte Erhöhung von Rechenkomplexität und Speicherplatzbedarf steht jedoch in der Regel in keinem Verhältnis zum Zugewinn an Schätzgenauigkeit.

Der Erfindung liegt nun das Problem zugrunde, ein Verfahren und eine Anordnung zur Fehlerverdeckung anzugeben, die eine Rekonstruktion von Quellensignalen aus über einen fehlerbehafteten Übertragungskanal übertragenen Signaldaten mit guter Qualität ermöglicht.

Dieses Problem wird gemäß den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Die Erfindung beruht demnach auf dem Gedanken, Redundanz, die im Sendesignal nach der Quellencodierung noch enthalten ist, bzw. explizit in Form von Kanalcodierung hinzugefügt wird, empfangsseitig nicht für eine Fehlererkennung- bzw. korrektur zu verwenden, sondern für eine im Sinne eines Qualitätsmaßes optimale Schätzung auszunutzen.

Dadurch ist es möglich, die Fehlerverdeckung mit einer besseren Qualität durchzuführen.

Ausführungsbeispiele werden nachfolgend anhand der folgenden Zeichnungen dargestellt und erläutert.

Figur 1 schematische Darstellung wesentlicher Elemente einer nachrichtentechnischen Übertragungskette;

Figur 2 schematische Darstellung eines auf dem CELP-Prinzip basierenden AMR-Coders;

Figur 3 Schematische Darstellung der Übertragung eines Sprachparameters;

5 Figur 4 Prinzipschaltbild einer Prozessoreinheit.

Figur 1 zeigt eine Quelle Q, die Quellensignale q_s erzeugt, die von einem Quellencodierer QE, wie dem GSM fullrate Sprachcodierer, zu aus Symbolen bestehenden Symbolfolgen komprimiert werden. Bei parametrischen Quellencodiererverfahren werden die von der Quelle Q erzeugten Quellensignale q_s (z.B. Sprache) in Blöcke unterteilt (z.B. zeitliche Rahmen) und verarbeitet. Der Quellencodierer QE erzeugt quantisierte Parameter (z.B. Sprachparameter), die im folgenden auch als
10 Symbole einer Symbolfolge bezeichnet werden, und die die Eigenschaften der Quelle im aktuellen Block auf eine gewisse Weise widerspiegeln (z.B. Spektrum der Sprache in Form von Filterkoeffizienten, Amplitudenfaktoren, Anregungsvektoren). Diese Symbole weisen nach der Quantisierung einen bestimmten
15 Symbolwert auf.
20

Die Symbole der Symbolfolge bzw. die entsprechenden Symbolwerte werden durch eine binäre Abbildung (Zuordnungsvorschrift), die häufig als Teil der Quellencodierung QE beschrieben wird, auf eine Folge binärer Codewörter abgebildet,
25 die jeweils mehrere Bitstellen aufweisen. Werden diese binären Codewörter beispielsweise nacheinander als Folge binärer Codewörter weiterverarbeitet, so entsteht eine Folge von quellencodierten Bitstellen, die in einer Rahmenstruktur eingebettet sein können. Nach einer derart durchgeführten
30 Quellcodierung liegen also Quellbits oder Datenbits db mit einer von der Art der Quellcodierung abhängigen Quellbitrate (Codiertrate) strukturiert in Rahmen vor.

35 Figur 2 zeigt in einer Prinzipdarstellung eine spezielle Variante eines Quellcoders, insbesondere eines Sprachcoders,

nämlich einen auf einem CELP (Code Excited Linear Predictive)
-Prinzip basierenden Sprachcoder.

- Beim CELP-Prinzip handelt es sich um ein Analyse-durch-
5 Synthese-Verfahren. Hierbei wird eine aus dem aktuellen
Sprachabschnitt gewonnene Filterstruktur durch nacheinander
einem Codebuch entnommene Anregungsvektoren (Codevektoren)
angeregt. Das Ausgangssignal des Filters wird mittels eines
geeigneten Fehlerkriteriums mit dem aktuellen Sprachabschnitt
10 verglichen und der fehlerminimierende Anregungsvektor selektiert.
Zum Empfänger übertragen wird eine Darstellung der
Filterstruktur sowie die Platznummer des selektierten Anregungsvektors.
- 15 Eine spezielle Variante eines CELP-Verfahrens verwendet ein
algebraisches Codebuch, das auch oft als sparse-algebraic-
code bezeichnet wird. Es ist ein Multipulscodebuch, das mit
binären (+/-1) oder ternären Pulsen (0, +/-1) gefüllt ist.
Innerhalb der Anregungsvektoren sind jeweils nur wenige Posi-
20 tionen mit Pulsen besetzt. Nach Auswahl der Positionen wird
der gesamte Vektor mit einem Amplitudenfaktor gewichtet. Ein
derartiges Codebuch weist mehrere Vorteile auf. Zum einen be-
legt es keinen Speicherplatz, da die erlaubten Positionen der
Pulse durch eine algebraische Rechenvorschrift ermittelt wer-
25 den, zum anderen kann es aufgrund seiner Konstruktion sehr
effizient nach den besten Pulspositionen durchsucht werden.

- Im folgenden wird anhand der Figur 2 zunächst eine Ausführungsvariante eines herkömmlichen CELP-Coders beschrieben.
- 30 Ein zu approximierendes Zielsignal wird durch Absuchen zweier
Codebücher nachgebildet. Dabei unterscheidet man zwischen einem adaptiven Codebuch (a2), dessen Aufgabe die Nachbildung der harmonischen Sprachanteile ist und einem stochastischen Codebuch (a4), das zur Synthese der nicht durch Prädiktion
35 gewinnbaren Sprachanteile dient. Das adaptive Codebuch (a2) ändert sich abhängig vom Sprachsignal, während das stochastische Codebuch (a4) zeitinvariant ist. Die Suche nach den be-

sten Anregungs-Codevektoren läuft derart ab, daß nicht eine gemeinsame, d.h. gleichzeitige Suche in den Codebüchern stattfindet, wie es für eine optimale Auswahl der Anregungs-Codevektoren erforderlich wäre, sondern aus Aufwandsgründen zunächst das adaptive Codebuch (a2) durchsucht wird. Ist der gemäß des Fehlerkriteriums beste Anregungs-Codevektor gefunden, subtrahiert man dessen Beitrag zum rekonstruierten Zielsignal vom Zielvektor (Zielsignal) und erhält den durch einen Vektor aus dem stochastischen Codebuch (a4) noch zu rekonstruierenden Teil des Zielsignals. Die Suche in den einzelnen Codebüchern erfolgt nach dem gleichen Prinzip. In beiden Fällen wird der Quotient aus dem Quadrat der Korrelation des gefilterten Anregungs-Codevektors mit dem Zielvektor und der Energie des gefilterten Zielvektors für alle Anregungs-Codevektoren berechnet. Derjenige Anregungs-Codevektor, der diesen Quotienten maximiert, wird als bester Anregungs-Codevektor angesehen, der das Fehlerkriterium (a5) minimiert. Die vorgeschaltete Fehlergewichtung (a6) gewichtet den Fehler entsprechend der Charakteristik des menschlichen Gehörs. Die Position des gefundenen Anregungs-Codevektors innerhalb des Anregungs-Codebuchs wird an den Decoder übertragen.

Durch die Berechnung des genannten Quotienten wird für jeden Anregungs-Codevektor implizit der richtige (Codebuch-) Amplitudenfaktor (Verstärkung 1, Verstärkung 2) ermittelt. Nachdem der beste Kandidat aus beiden Codebüchern bestimmt ist, kann man durch eine gemeinsame Optimierung der Verstärkung den qualitätsmindernden Einfluß der sequentiell durchgeführten Codebuchsuche reduzieren. Dabei gibt man den ursprünglichen Zielvektor erneut vor und berechnet zu den nun ausgewählten Anregungs-Codevektoren passend die besten Verstärkungen, die sich meist geringfügig von denen unterscheiden, die während des Codebuchsuchens ermittelt wurden.

Beim CELP-Prinzip kann zum Auffinden des besten Anregungs-Codevektors jeder Kandidatenvektor einzeln gefiltert (a3) und mit dem Zielsignal verglichen werden.

Schließlich werden Filterparameter, Amplituden-faktoren und Anregungs-Codevektoren in binäre Signale umgesetzt und in einer festen Struktur eingebettet in Rahmen übertragen. Bei den Filterparametern kann es sich um LPC (Linear Predictive Coding)-Koeffizienten, LTP (Long Term Prediction)-Indizes oder LTP (Long Term Prediction)-Amplitudenfaktoren handeln.

Die Leistungsfähigkeit eines bekannten, oben beschriebenen Verfahrens zur Fehlerverdeckung kann durch eine erfindungsgemäße sendeseitige Vorcodierung der Sprachparameter-Bits mit linearen Blockcodes deutlich gesteigert werden. Anders als bei konventionellen Kanalcodierverfahren, wird die hinzugefügte Redundanz nicht zu einer empfangsseitigen Fehlererkennung bzw. Fehlerkorrektur verwandt, sondern zu einer genaueren Bestimmung der für die Schätzung erforderlichen a posteriori-Wahrscheinlichkeiten.

Dieses Prinzip soll an einem einfachen Single Parity Check (SPC)-Code veranschaulicht werden. Dieser systematische Linearcodewort fügt den Sprachparameter-Bits ein zusätzliches Paritätsbit $x_p(i)$ hinzu. Dieses ist durch die Gleichung

$$x_p(i) = \sum_{j=1}^W x_j(i) \quad (1.13)$$

bestimmt.

Das Paritätsbit $x_p(i)$ wird gemeinsam mit den übrigen Parameterbits übertragen. Empfangsseitig steht dem Parameterschätzer somit die zusätzliche Soft-Information des empfangenen Paritätsbits z_p zur Verfügung. Gleichung 1.8 kann deshalb erweitert werden zu

$$p_{z_1, \dots, z_W, z_p | x, x_p}(z_1, \dots, z_W, z_p | x_1, x_p(i)) = p_{z_1 | x}(z_p | x_p(i)) \cdot \prod_{k=1}^W p_{z_1 | x}(z_k | x_k(i)) \quad (1.14)$$

Anschaulich kann der durch den zusätzlichen Faktor $p_{z|x}(z_p|x_p(i))$ bewirkte Effekt so verstanden werden: Die a posteriori-Wahrscheinlichkeiten derjenigen Bitmuster x_i , deren Paritätsbit $x_p(i)$ mit dem tatsächlich empfangenen Wert z_p übereinstimmen, werden vergrößert, alle anderen verringert. Dies soll an einem einfachen Beispiel veranschaulicht werden. Es wird die Quantisierung eines Parameters mit einem vierstufigen gleichmäßigen Quantisierer betrachtet. Die Quantisierungsstufen und die zugehörigen Bitcodes lauten:

0.75:	+1,-1
0.25:	+1,+1
-0.25:	-1,+1
-0.75:	-1,-1

Sendeseitig wird in diesem Beispiel der Eintrag 0.25 ausgewählt, d.h. es wird die Bitfolge {+1,+1} gesendet. Aufgrund von Kanalstörungen wird eine gestörte Folge von Softwerten empfangen, die in L-Werte umgerechnet werden kann, z.B.

{9.1,-0.3}.

Hieraus ergeben sich für die Tabelleneinträge unter der Annahme, daß alle Einträge gleich häufig auftreten, die Wahrscheinlichkeiten:

0.75:	0.574
0.25:	0.426
-0.25:	~0
-0.75:	~0

Damit erhält man den Schätzwert

$$MS = 0.537.$$

Wird nun im Sinne der Erfindung ein zusätzliches Paritätsbit übertragen, dessen Empfangs-L-wert zu

5.3

angenommen wird, so erhält man die a posteriori-
5 Wahrscheinlichkeiten

	0.75:	0.007
	0.25:	0.993
	-0.25:	~0
10	-0.75:	~0

und damit den Schätzwert

$$MS' = 0.2535.$$

15

Dieses Beispiel zeigt, daß der empfangsseitig bestimmte
Schätzwert aufgrund des zusätzlich übertragenen Paritätsbits
deutlich näher am tatsächlich gesendeten Wert von 0.25 liegt.
Eine Erweiterung dieses Verfahrens auf komplexere Linearcodes
20 ist unmittelbar möglich.

Bei einer Ausführungsvariante der Erfindung wird das Verfahren
für den LPC-Index der 1. Stufe bei der Codierrate 6.1 kBits/s
eingesetzt. Hierzu kommt ein verkürzter (13,9) Hamming-Code
25 zum Einsatz. Simulationen zeigen, daß alleine durch Parame-
terschätzung bereits ein deutlicher Gewinn gegenüber harter
Decodierung erzielt werden kann. Durch lineare Vorcodierung
mit einem Paritätsbit bzw. dem (13,9) Hamming-Code läßt sich
die Robustheit der Übertragung weiter steigern.

30

Durch die zusätzlich zu übertragenden 4 Paritätsbits erhöht
sich die Nettodatenrate nach Sprachcodierung von 6.1 auf 6.3
kBit/s, was aufgrund der konstant zu haltenden Bruttodatenra-
te zu einem verminderten Fehlerschutz durch die Kanalcodie-
35 rung führt. Informelle Hörtests zeigen jedoch, daß bei
schlechten Kanalzuständen ($C/I \leq 4\text{dB}$) die Verringerung der
Fehlerrobustheit infolge des verminderten Kanal-

Fehlerschutzes durch das Verfahren der linearen Vorcodierung überkompensiert wird, d.h. aufgrund der Vorcodierung ist eine deutliche Erhöhung der Sprachverständlichkeit festzustellen.

- 5 Figur 4 zeigt eine Prozessoreinheit PE, die insbesondere in einer Kommunikationseinrichtung, wie einer Basisstation BS oder Mobilstation MS enthalten sein kann. Sie enthält eine Steuereinrichtung STE, die im wesentlichen aus einem pro-
- 10 grammgesteuerten Mikrocontroller besteht, und eine Verarbeitungseinrichtung VE, die aus einem Prozessor, insbesondere einem digitalen Signalprozessor besteht, die beide schreibend und lesend auf Speicherbausteine SPE zugreifen können.

- Der Mikrocontroller steuert und kontrolliert alle wesentlichen
- 15 Elemente und Funktionen einer Funktionseinheit, die die Prozessoreinheit PE enthält. Der digitale Signalprozessor, ein Teil des digitalen Signalprozessors oder ein spezieller Prozessor ist für die Durchführung der Sprachencodierung bzw. Sprachdecodierung zuständig. Die Auswahl eines Sprachcodecs
- 20 kann auch durch den Mikrocontroller oder den digitalen Signalprozessor selbst erfolgen.

- Eine Input/Output-Schnittstelle I/O, dient der Ein/Ausgabe von Nutz- oder Steuerdaten beispielsweise an eine Bedienein-
- 25 heit MMI, die eine Tastatur und/oder ein Display enthalten kann. Die einzelnen Elemente der Prozessoreinheit können durch ein digitales Bussystem BUS miteinander verbunden sein.

- Anhand der Beschreibung kann ein Fachmann die Erfindung auch
- 30 auf andere als in der Anmeldung erläuterte CELP-Codierverfahren anwenden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Fehlerverdeckung, bei dem
binäre Darstellungen von Parameterwerten vor der Übertragung
5 über einen gestörten Kanal sendeseitig durch einen linearen
Blockcode vorcodiert werden, und
die derart hinzugefügte redundante Information empfangsseitig
nicht zur Fehlererkennung innerhalb der binären Parameterdar-
stellungen verwendet wird,
10 sondern im Zuge einer Parameterschätzung zur Qualitätssteige-
rung der geschätzten Parameterwerte ausgenutzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem
zu übertragende Signale sendeseitig quellencodiert werden,
15 zumindest einem Teil der quellencodierten Bitstellen erste
redundante Information hinzugefügt wird,
den so entstehenden Bitstellen zweite redundante Information
hinzugefügt wird,
nach einer Übertragung über einen gestörten Kanal
20 empfangsseitig zweite redundante Information zur Fehlererken-
nung und/oder Fehlerkorrektur verwendet wird, und erste red-
undante Information zur Rekonstruktion der Signale verwendet
wird.
- 25 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem
die zweite redundante Information im Sinne einer Kanalcodie-
rung hinzugefügt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem
30 aus der Quellencodierung Parameter hervorgehen und empfangs-
seitig die erste redundante Information im Sinne einer a po-
steriori Information zur Schätzung der Parameter verwendet
wird.
- 35 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem
die Schätzung gemäß einem Softbit-Quellendecodierverfahren,
insbesondere einem Softbit-Sprachdecodierverfahren erfolgt.

6. Anordnung zur Fehlerverdeckung mit
einer Prozessoreinheit, die derart eingerichtet ist, daß
binäre Darstellungen von Parameterwerten vor der Übertragung
5 über einen gestörten Kanal sendeseitig durch einen linearen
Blockcode vorcodiert werden,
die derart hinzugefügte redundante Information empfangsseitig
nicht zur Fehlererkennung innerhalb der binären Parameterdar-
stellungen verwendet wird,
10 sondern im Zuge einer Parameterschätzung zur Qualitätssteige-
rung der geschätzten Parameterwerte ausgenutzt wird.

7. Anordnung nach Anspruch 6 mit
einer Prozessoreinheit, die derart eingerichtet ist, daß
15 zu übertragende Signale sendeseitig quellencodiert werden,
zumindest einem Teil der quellencodierten Bitstellen erste
redundante Information hinzugefügt wird,
den so entstehenden Bitstellen zweite redundante Information
hinzugefügt wird,
20 nach einer Übertragung über einen gestörten Kanal empfangs-
seitig zweite redundante Information zur Fehlererkennung
und/oder Fehlerkorrektur verwendet wird, und erste redundante
Information zur Rekonstruktion der Signale verwendet wird.

25 8. Anordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 7 mit
einer Prozessoreinheit, die derart eingerichtet ist, daß
die zweite redundante Information im Sinne einer Kanalcodie-
rung hinzugefügt wird.

30 9. Anordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 8 mit
einer Prozessoreinheit, die derart eingerichtet ist, daß
aus der Quellencodierung Parameter hervorgehen und empfangs-
seitig die erste redundante Information im Sinne einer a po-
steriori Information zur Schätzung der Parameter verwendet
35 wird.

10. Sendeeinrichtung mit

einer Prozessoreinheit, die derart eingerichtet ist, daß binäre Darstellungen von Parameterwerten vor der Übertragung über einen gestörten Kanal sendeseitig durch einen linearen Blockcode vorcodiert werden,

- 5 wobei die derart hinzugefügte redundante Information empfangsseitig nicht zur Fehlererkennung innerhalb der binären Parameterdarstellungen verwendet wird, sondern im Zuge einer Parameterschätzung zur Qualitätssteigerung der geschätzten Parameterwerte ausgenutzt wird.

10

11. Empfangseinrichtung mit

einer Prozessoreinheit, die derart eingerichtet ist, daß zur Rekonstruktion binärer Darstellungen von Parameterwerten, die vor der Übertragung über einen gestörten Kanal sendeseitig durch einen linearen Blockcode vorcodiert wurden,

15

die derart hinzugefügte redundante Information empfangsseitig nicht zur Fehlererkennung innerhalb der binären Parameterdarstellungen verwendet wird,

- sondern im Zuge einer Parameterschätzung zur Qualitätssteigerung der geschätzten Parameterwerte ausgenutzt wird.

20

1/3

FIG 1

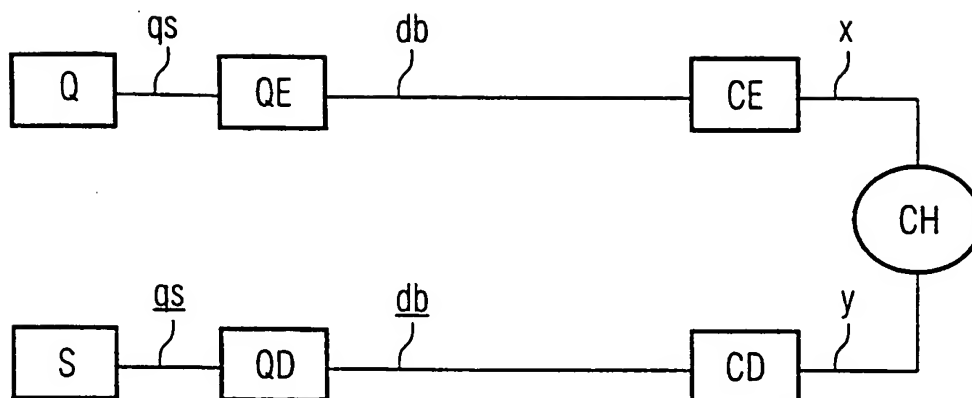
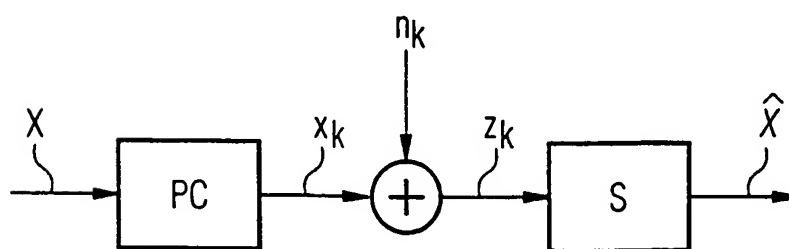
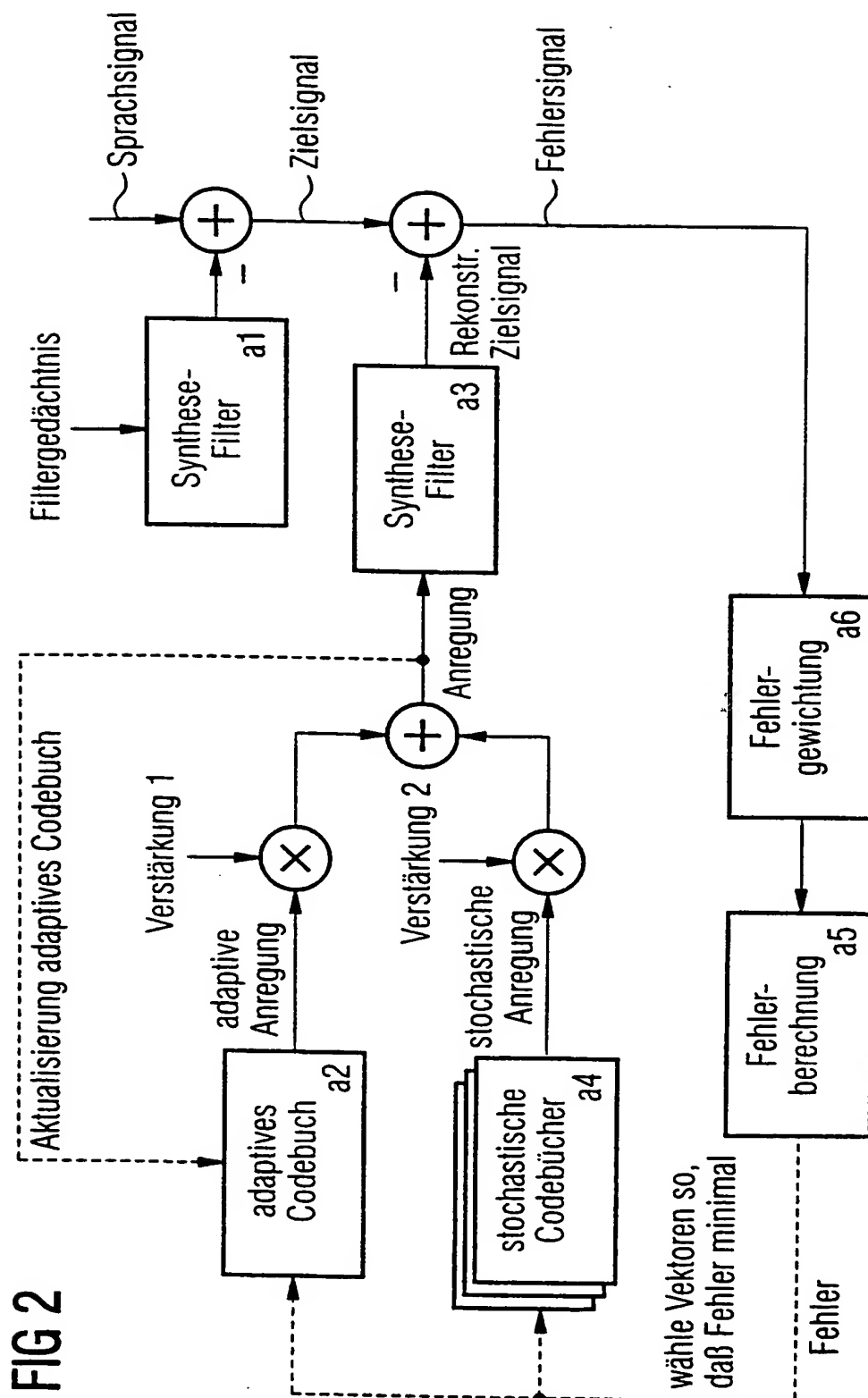


FIG 3

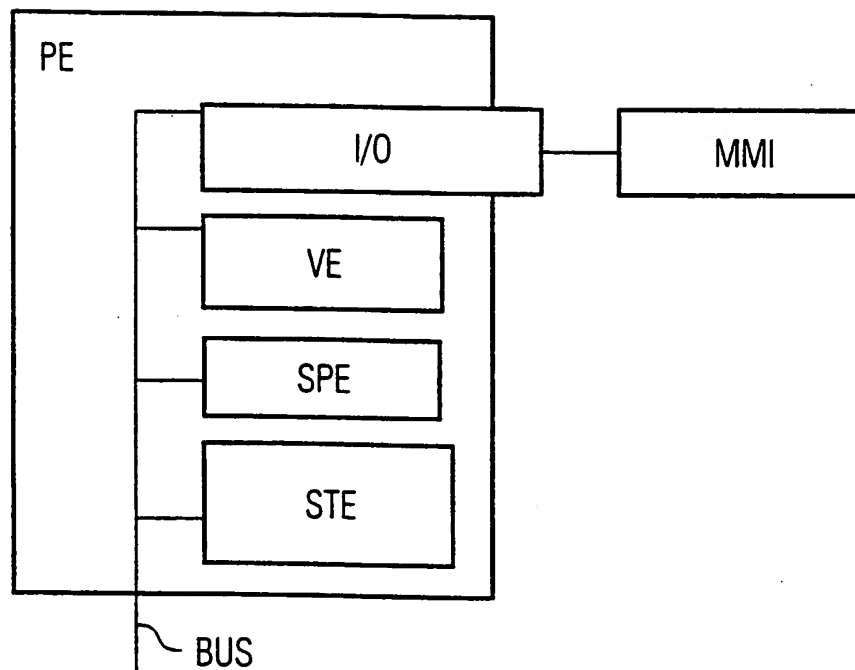


2/3



3/3

FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 99/03765

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 -IPC 6 G10L5/00 H04L1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 6 G10L H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	ALAJAJI F I ET AL: "CHANNEL CODES THAT EXPLOIN THE RESIDUAL REDUNDANCY IN CELP-ENCODED SPEECH" IEEE TRANSACTIONS ON SPEECH AND AUDIO PROCESSING, vol. 4, no. 5, 1 September 1996 (1996-09-01), pages 325-335, XP000785309 ISSN: 1063-6676 page 325	1,3-6, 8-11
Y	page 328, right-hand column -page 329 <div style="text-align: center;">--- -/--</div>	2,7

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☐ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 September 1999

Date of mailing of the international search report

08/10/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ramos Sánchez, U

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 99/03765

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	ITO H ET AL: "An adaptive multi-rate speech codec based on MP-CELP coding algorithm for ETSI AMR standard" PROCEEDINGS OF THE IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH AND SIGNAL PROCESSING, ICASSP '98, SEATTLE, WA, USA, 12 - 15 May 1998, pages 137-140 vol.1, XP002115821 IEEE, New York, NY, USA. ISBN: 0-7803-4428-6 page 138, right-hand column ----	2,7
A	T FINGSCHEIDT UND P VARY: "Error Concealment by Softbit Speech Decoding" ITG-FACHTAGUNG SPRACHKOMMUNIKATION, 17 September 1996 (1996-09-17), page 7 10 XP002075522 cited in the application the whole document ----	1-11
P,X	HEINEN S ET AL: "A 6.1 to 13.3-kb/s variable rate CELP codec (VR-CELP) for AMR speech coding" PROCEEDINGS IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH, AND SIGNAL PROCESSING, ICASSP '99, PHOENIX, AZ, USA, 15 - 19 March 1999, pages 9-12 vol.1, XP002115822 IEEE, Piscataway, NJ, USA. ISBN: 0-7803-5041-3 page 11 -page 12 ----	1-11
P,X	GORTZ N: "Joint source channel decoding using bit-reliability information and source statistics" PROCEEDINGS IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INFORMATION THEORY, CAMBRIDGE, MA, USA, 16-21 AUG. 1998, 16 - 21 August 1998, page 9 XP002116176 IEEE, New York, NY, USA. ISBN: 0-7803-5000-6 the whole document -----	1,3-6, 8-11

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/03765

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 G10L5/00 H04L1/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 G10L H04L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	ALAJAJI F I ET AL: "CHANNEL CODES THAT EXPLOIN THE RESIDUAL REDUNDANCY IN CELP-ENCODED SPEECH" IEEE TRANSACTIONS ON SPEECH AND AUDIO PROCESSING, Bd. 4, Nr. 5, 1. September 1996 (1996-09-01), Seiten 325-335, XP000785309 ISSN: 1063-6676 Seite 325 Seite 328, rechte Spalte -Seite 329	1,3-6, 8-11
Y	---	2,7
	-/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. September 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

08/10/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ramos Sánchez, U

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	ITO H ET AL: "An adaptive multi-rate speech codec based on MP-CELP coding algorithm for ETSI AMR standard" PROCEEDINGS OF THE IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH AND SIGNAL PROCESSING, ICASSP '98, SEATTLE, WA, USA, 12. - 15. Mai 1998, Seiten 137-140 vol.1, XP002115821 IEEE, New York, NY, USA. ISBN: 0-7803-4428-6 Seite 138, rechte Spalte ---	2,7
A	T FINGSCHEIDT UND P VARY: "Error Concealment by Softbit Speech Decoding" ITG-FACHTAGUNG SPRACHKOMMUNIKATION, 17. September 1996 (1996-09-17), Seite 7 10 XP002075522 in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ---	1-11
P,X	HEINEN S ET AL: "A 6.1 to 13.3-kb/s variable rate CELP codec (VR-CELP) for AMR speech coding" PROCEEDINGS IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH, AND SIGNAL PROCESSING, ICASSP '99, PHOENIX, AZ, USA, 15. - 19. März 1999, Seiten 9-12 vol.1, XP002115822 IEEE, Piscataway, NJ, USA. ISBN: 0-7803-5041-3 Seite 11 -Seite 12 ---	1-11
P,X	GORTZ N: "Joint source channel decoding using bit-reliability information and source statistics" PROCEEDINGS IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INFORMATION THEORY, CAMBRIDGE, MA, USA, 16-21 AUG. 1998, 16. - 21. August 1998, Seite 9 XP002116176 IEEE, New York, NY, USA. ISBN: 0-7803-5000-6 das ganze Dokument -----	1,3-6, 8-11

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)